



## بررسی روش های نوین مدیریت پسماند شهری بر توسعه پایدار

نقیسه نوریه : گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران ، ایران

علی محمدیان\*: نویسنده مسئول؛ گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران ، ایران

### چکیده

**زمینه و هدف:** بحران جهانی تولید پسماند، به ویژه در مناطق شهری، به یکی از چالش های اصلی قرن حاضر تبدیل شده است. افزایش جمعیت، صنعتی شدن و تغییر سبک زندگی، همگی بر افزایش حجم زباله تولید شده و در نتیجه، تشدید مشکلات زیست محیطی و اجتماعی تأثیر گذاشته اند. در این راستا، یافتن راهکارهای نوین و پایدار برای مدیریت پسماند شهری امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. در این مطالعه با هدف بررسی روش های نوین مدیریت پسماند شهری بر توسعه پایدار صورت گرفته است.

**مواد و روش ها:** برای انجام این پژوهش از پایگاه های اطلاعاتی معتبر برای جستجویی مقالات با موضوع فوق در بازه زمانی ۱۴ ساله گذشته استفاده شد. پژوهش حاضر با رویکرد توصیفی - تحلیلی و هدفی راهبردی در مدیریت پسماند شهری بر توسعه پایدار است با مقایسه نقاط ضعف و قوت کشور های مختلف با ایران نظیر هلند، ایالات متحده آمریکا، سوئد، ژاپن، سنگاپور، کره جنوبی، استرالیا بوده است.

**یافته ها:** براساس آمارهای موجود، در سال ۱۴۰۲ در کشور ایران روزانه بیش از ۶۰ هزار تن زباله در شهرها تولید میگردد و بیش از ۴۳ درصد آن را مواد آلی تشکیل میدهند که هزینه سالانه جمع آوری پسماند در سال ۱۴۰۲، چیزی در حدود ۲۵ هزار میلیارد بوده است. با در نظر گرفتن این موضوع می توان با افزایش مشارکت بخش خصوصی، کمینه سازی تولید پسماند با آموزش و فرهنگ سازی در سطح جامعه ، استفاده از روش های نوین تولید کمپوست، بازیافت مواد و زباله سوزی که با تشخیص و اصلاح امور بر محقق ساختن منافع نهفته در آن برای رسیدن به توسعه پایدار قابل اجرا است.

**نتیجه گیری:** در این مطالعه با تجزیه و تحلیل آمار ها مهمترین عوامل درونی و بیرونی سازمان ها برای دفع پسماند خلاصه میشود. که در کشور ایران به روش تحلیل SWOT از طریق شناسایی نقاط قوت، ضعف، فرصت ها و تهدیدها، با تدوین استراتژی ها پس از شناسایی عوامل اثر گذار بر مدیریت پسماند، میتوان به این نتیجه رسید که روشن سازی افکار عمومی از طریق تبلیغات رسانه ای و آگاهی جامعه در مورد آلودگی ناشی از پسماند و نحوه مدیریت آنها، مهمترین عامل شناخته شده است. و در نهایت در این پژوهش باتوجه به کشور های منتخب روشهایی برای بهبود وضعیت مدیریت پسماند برای کشور ایران پیشنهاد و بیان شده است.

**واژگان کلیدی:** پسماند شهری، بازیافت، توسعه پایدار، دفع بهداشتی زباله، کمپوست

## مقدمه

امروزه پسماند شهری به دلیل تأثیرات گسترده که بر محیط زیست، سلامت انسان و اقتصاد دارد از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. با افزایش جمعیت، صنعتی شدن و تغییر سبک زندگی، حجم تولید پسماند شهری روز به روز در حال افزایش است. مدیریت نادرست این پسماندها می تواند، مشکلات عدیده ای را به همراه داشته باشد. این مشکلات بر زندگی روزمره افراد جامعه تأثیرات بسزایی دارد؛ از تأثیرات آن می توان به مخاطرات زیست محیطی؛ شیوع بیماری ها و کاهش کیفیت زندگی؛ آلودگی های آب (سطحی و زیر زمینی)؛ آلودگی های خاک؛ آلودگی هوا و تولد گازهای گلخانه ای و... اشاره نمود، بنابراین می توان گفت: هزینه روش های نوین مدیریت پسماند شهری بر توسعه پایدار جمعیت و مسائل مربوط به آن؛ ازجمله مسائل چند بُعدی و پیچیده جوامع انسانی است، که تحت تأثیر عوامل اقتصادی؛ اجتماعی و فرهنگی؛ سیاسی و... می باشد، و به معنای واقعی آن این مسائل بر توسعه پایدار جمعیت و تغییر و تحولات مربوط به آن به قدری گسترده و دارای پراکندگی است که تحت الشعاع و زیر سیطره یک نظریه یا فرمول خاصی قرار نمی گیرد (tsai,etal,2020). مدیریت پسماند شهری ( مواد زائد جامد) به مجموعه فعالیت هایی گفته می شود که برای کاهش؛ بازیافت و دفع ایمن زباله های شهری انجام می شود این موضوع به طور مستقیم بر محیط زیست؛ سلامت انسان؛ اقتصاد و به طبع آن بر توسعه پایدار تأثیر می گمارند؛ چرا که حرکات (رشد و کاهش) جمعیتی در هر کشور به صورت خاص در یک جهت ویژه ای می باشد، بلکه میتوان در شرایط زمانی و مکانی متفاوت، علل مختلف، متنوع و بعضاً متضادی داشته باشند. در حقیقت می توان گفت توسعه پایدار به معنای آن است پیشرفتی که نیازهای امروز ما را برطرف می کند بدون اینکه آینده نسلهای بعد به خطر بیندازد و توسعه ای است که به محیط زیست؛ جامعه و اقتصاد و... به طور همزمان اهمیت می دهد (bui, et al, 2020). و دولتها نیز در مقابل این مسئله، سیاستها و روش های متعدد و متنوعی دارند. مثال پدیده امروزه مدیریت مواد زائد، مسئله قابل ملاحظه ای در جهان است که از اهمیت حیاتی برخوردار می باشد. (angelidou, et al, 2017) که به صورت یک چالش عمده در سراسر جهان، به خصوص در شهرها و کشورهای درحال توسعه تبدیل شده است. (batista, et al, 2021) بنابراین عوامل فوق، وجود نگرانی های خاصی در خصوص کاهش یا آلوده شدن منابع طبیعی به عمل آورده، و کارشناسان را بر آن داشته که در چند دهه اخیر موضوع مدیریت مواد زائد جامد را در صدر برنامه های خود قرار دهند. (dasilva, et al, 2019) در مدیریت مواد زائد جامد، روش های متفاوتی برای دفع و انهدام زباله وجود دارد، اما در دنیای امروزی بازیافت و استفاده مجدد پسماند از اهمیت چشمگیری برخوردار است، زیرا این روش علاوه بر کاهش حجم زباله تولیدی و جلوگیری از آلودگی بیشتر محیط زیست، باعث صرفه جویی در هزینه، انرژی و منابع طبیعی می شود. (dong, et al, 2021) از سویی دیگر باید توجه داشت که روش های مختلف دفع به عوامل و شاخص های زیادی بستگی دارد که با روش های مختلفی ازجمله: سوزاندن و تبدیل به کمپوست، بازیافت و... برای دفع زباله ها نیز پیشنهاد گردیده است. ( edalatpour, et al, 2018) با این حال به نظر می رسد، هنوز هم در بسیاری از مناطق شهری بهترین روش دفع، دفن بهداشتی زباله ها باشد. جداسازی و تفکیک پسماندها از یکدیگر در مبدأ تولید به عنوان

یکی از کاراترین و اقتصادی‌ترین روش‌های پردازشی امروزه در اغلب کشورهای دنیا صورت می‌گیرد. (guirguis, et al, 2019) همچنین بکارگیری اصولی این روش تا حدودی بار هزینه‌های حمل‌ونقل را کاهش می‌دهد و باعث استفاده بهینه از منابع می‌شود. (ampofo, et al, 2015) اما گاهی در جریان اجرای طرح‌های تفکیک در مبدأ به دلیل عدم برنامه‌ریزی اصولی و صحیح و همچنین عدم وجود مدیریت مناسب، هزینه‌های ایجاد شده در مقابل منافع موجود افزایش داشته و سود حاصل از اجرای طرح‌های تفکیک بسیار ناچیز و در برخی موارد منفی می‌باشد، بنابراین با توجه به نداشتن توجیه اقتصادی این امر صورت نمی‌گیرد، در این زمینه باید دولت‌ها کمک بسزایی داشته باشند. (Lu, et al, 2011) با ایجاد یک سیستم منظم جمع‌آوری و دفع بهداشتی زباله که یکی از نیازهای اولیه شهری کشورهای در حال توسعه برای حل مشکل تلنبار زباله و دفع بهداشتی آن می‌باشد. که در هر سیستم صحیح جمع‌آوری و دفع بهداشتی زباله، برقراری ارتباط مؤثر و مداوم بین شهروندان و مامورین جمع‌آوری زباله یکی از رمزهای موفقیت می‌باشد. (monowong, et al, 2012) مزایای مدیریت پسماند منطبق بر بهترین اصول بهداشت عمومی، بهداشت محیط، اقتصاد، حفاظت از منابع، زیباشناختی و سایر ملزومات زیست محیطی و آنچه مورد توجه عموم است می‌باشد. (wang, et al, 2018) با این تعریف، مدیریت مواد زائد جامد شهری شامل تمام موارد اداری، مالی، قانونی، طراحی و کارهای مهندسی می‌باشد که به صورت گسترده راه‌حل‌های آن از طرف عموم به عهده مسئولین جامعه در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه گذاشته شده است، و آن را به یک فعالیت بر اساس اصول مهندسی و اقتصادی بین عناصر مختلف آن یعنی تولید، ذخیره در محل، جمع‌آوری، حمل‌ونقل، پردازش، بازیافت و نهایتاً دفع مواد زائد جامد اطلاق نمود. مدیریت استراتژیک با بکارگیری علوم متخصصین آن که اجرا و ارزیابی تصمیمات چند بعدی با تأکید بر یکپارچه سازی عوامل مدیریت، بازاریابی، امور مالی، تولید و خدمات و... می‌باشد. (wu, et al, 2020) از راهکارهای جامع برای کاهش تولید زباله شهری نیازمند رویکرد چند جانبه و مشارکت همه افراد جامعه نظیر تغییر عادات مصرفی؛ خرید آگاهانه؛ کاهش مصرف پلاستیک و کاغذ؛ تفکیک زباله از مبدأ؛ کمپوست سازی؛ بازیافت؛ آموزش و فرهنگ سازی و... که دولت‌ها و سازمان‌ها در این امر نقش به سزای دارند؛ بنابراین هدف این پژوهش پرداختن به بررسی روش‌های نوین مدیریت پسماند شهری و تاثیر آن بر توسعه پایدار است.

### پیشینه تحقیق:

### مطالعات خارجی:

(۱) زژ و وو و همکارانش در سال ۲۰۲۰ پژوهشی با عنوان ترویج مدیریت ضایعات ساخت و ساز و تخریب مؤثر به سمت توسعه پایدار مطالعه موردی از کشور هنگ کنگ می‌باشد. و مطالعه این پژوهش از نوع تحقیقات میدانی، مصاحبه‌ای و تحلیل داده‌ها بوده است. و در این مقاله بیان شده است که ضایعات ساخت و ساز و تخریب (Construction and Demolition) C&D بخش زیادی از مواد جامد را تشکیل می‌دهند؛ بنابراین مدیریت مؤثر زباله C&D برای ترویج توسعه پایدار ضروری است. هدف از این پژوهش ارائه راه حل‌هایی

است برای بهبود بیشتر مدیریت موثر زباله های C&D در کشور هنگ کنگ و هفت کشور دیگر می باشد. با این حال، وضعیت کلی رضایت بخش نیست و پتانسیل زیادی برای بهبود بیشتر دارد. در این شرایط، هدف این مطالعه پیشنهاد راه حل هایی برای بهبود بیشتر مدیریت موثر زباله C&D در هنگ کنگ است. بر اساس تجزیه و تحلیل محتوای جامع هفت کشور منتخب سیاست های مدیریت پسماند C&D روش های موفق شناسایی شد و امکان اجرای آنها در هنگ کنگ مورد بحث قرار گرفت. نتایج نشان داد که بازیافت زباله های بی اثر کلیدی برای بهبود مدیریت زباله C&D در هنگ کنگ به سطح بالاتر است. چهار راه حل، یعنی انتشار مقررات تخصصی تر، پذیرش فناوری های بازیافت پیشرفته، توسعه بازارهای بازیافت بالغ، و اجرای هزینه های بالای دفن زباله، به عنوان مسیرهای کلیدی برای بهبود آتی مدیریت زباله C&D در هنگ کنگ شناسایی شدند.

۲) برونو دوارته آزدو و همکارانش در سال ۲۰۱۹ پژوهشی به عنوان مدیریت زباله جامد شهری در کشورهای در حال توسعه از دیدگاه مدیریت زنجیره تامین پایدار: مطالعه موردی بزرگترین محله فقیر نشین برزیل می باشد. که این مقاله از نوع مطالعه اسناد، مصاحبه ای و مشاهدات میدانی بوده است. که فعالیت های انسانی از تولیدکنندگان اصلی هر نوع آلودگی محسوب می شود. این مقاله، از طریق تجزیه و تحلیل برنامه های راهبردی استراتژیک و واکنش درایور-فشار-حالت بر ارزیابی شیوه ها، رویه ها و روش های موجود تمرکز دارد. نتایج به دست آمده به منظور تعیین اینکه آیا مدیریت استراتژیکی زباله جامد شهری در کشور برزیل اجرا شده است. هدف این مقاله بررسی این شکاف های تحقیقاتی با ایجاد چارچوبی برای <sup>1</sup>SWM از دیدگاه <sup>2</sup>SSCM در مناطق حاشیه نشین شهرها است. یافته های تحقیق نشان می دهد که برای مقابله با مشکلات زیست محیطی مربوط به SWM در چنین مناطقی، نیاز به حل مسائل اساسی اجتماعی مرتبط با آموزش، امنیت و زیرساخت ها با ادغام و حمایت دولت، جامعه محلی و صنعت است.

۳) فنگ مینگ تسایو و همکارانش در سال ۲۰۲۰ پژوهشی با عنوان یک مدل علی مدیریت پسماند جامد شهری برای شهرهای توسعه پایدار در کشور ویتنام در شرایط عدم اطمینان مقایسه می باشد. و مطالعات این مقاله از نوع تحلیلی و کتابخانه ای بوده، در هر منطقه شهرداری این مطالعه ویژگی های مدیریت زباله جامد شهری شهرهای ویتنام را مقایسه می کند. شیوه های ناکافی و ناکارآمدی وجود دارد، که نه تنها در ویتنام رایج است، بلکه در هر منطقه شهری دیگر کشور ها نیز آشکار است. این مطالعه ویژگی های مدیریت زباله جامد شهری شهرهای ویتنام را تحت عدم قطعیت مقایسه می کند. عدم قطعیت ها شامل روابط متقابل بین ویژگی ها، ترجیحات زبانی و اطلاعات کیفی در مورد ویژگی ها است. این مطالعه از تحلیل عاملی اکتشافی برای ویژگی های پیشنهادی استفاده می کند. و بعد از ارزیابی، تصمیم گیری برای پرداختن به روابط متقابل بین ویژگی ها استفاده می شود.

مطالعات داخلی (کشور ایران):

<sup>1</sup> -Solid Waste Management

<sup>2</sup> -Sustainable Solid Waste Management

۱) راستگار و همکارانش در سال ۱۴۰۲ پژوهشی به عنوان ارزیابی مدل های رویکرد مشارکت عمومی مردمی در مدیریت پسماند های شهری از دیدگاه برنامه ریزی شهری مطالعه موردی شهر اردبیل می باشد. که این مطالعه از نوع میدانی و پرسشنامه ای میباشد. در این مقاله ضرورت ایجاد بستر مناسب قانونی با ساز و کارهای تسهیلاتی در فرایند تمایل مشارکت فعال عموم جامعه با توجه به تغییرات جمعیتی و سبک زندگی ها، به منظور زیست پذیری بیشتر شهرها با مدیریت بهینه پسماندها در مقابل تهدیدات ناشی از آلودگی های زیست محیطی و بهداشتی میباشد. اهداف این مطالعه با ارزیابی الگوهای مشارکت مردمی، مدیریت پسماندها از دیدگاه برنامه ریزی شهری به منظور ارائه رویکردی منطقی با راهکارهای عملی و مشارکت جامعه پرداخته شده است.

۲) گنجی و همکارانش در سال ۱۳۹۴ پژوهشی به عنوان بررسی و اولویت بندی روشهای آموزشی محیط زیست در تفکیک و جمع آوری مدیریت پسماند می باشد؛ روشی که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته از نوع توصیفی و آزمون فرضیات است. در این پژوهش نظر به این که شناسایی شیوه های آموزشی مختلف شهروندان و بهره گیری از روش های موثر می تواند راه رسیدن به مدیریت جامع پسماند و در نهایت توسعه پایدار را هموار سازد و زمینه ساز این پژوهش شده است. یافته های این تحقیق نیز حکایت از آن دارد، اثر آموزش به مردم باعث افزایش مشارکت شهروندان در موضوعات تفکیک، کاهش تولید، نگه داری موقت و انتقال به موقع پسماند به مبادی حمل شده است. که یک فرهنگ سازی مناسب و کارا بوده است، و در این پژوهش از پرسشنامه ها با استفاده از روش تصادفی توزیع و گردآوری شده است.

۳) نظامی و همکارانش در سال ۱۳۹۴ پژوهشی به عنوان مدیریت یکپارچه پسماند شهری با رویکرد توسعه پایدار<sup>۳</sup> (بررسی مقایسه ۶ شهر جهان) می باشد؛ که این مقاله از نوع مطالعات کتابخانه ای بوده است. در این پژوهش مدیریت پسماند شهری از مباحث مهم در مدیریت خدمات شهری میباشد. و هزینه زیادی را برای متولیان امر نظیر جمع آوری و دفع آن در پی دارد. با کاهش ذخایر مواد اولیه و کمبود انرژی در کنار افزایش تقاضا و گسترش شهرنشینی برنامه ریزان شهری را به سمت یافتن راهی برای مدیریت بهینه سازی پسماند شهری هدایت کرده است. و دستیابی به چنین برنامه ای نیازمند یک دید همه جانبه و کلی نگر به تمامی عوامل مؤثر بر مدیریت پسماند شهری است. در این میان ترکیبات پسماند شهری نقش پررنگی در انتخاب روش مدیریت پسماند ایفا میکند، که در این پژوهش سعی شده با بررسی عواملی مانند فرهنگ، سبک زندگی، توان اقتصادی، شناخت بیشتر از مسایل بهداشتی، محیط زیست، و سطح توسعه شهری، برای شش شهر تهران، دهلی، استانبول، نایروبی، سانفرانسیسکو و آدالید، مقایسه ای بین مدیریت پسماند در این مناطق انجام شود. از یافته های این پژوهش میتوان نتیجه گرفت که در کشورهای صنعتی و توسعه یافته میزان تولید پسماند بالاتر از کشورهای

<sup>3</sup>- Sustainable development



در حال توسعه است و این امر به دلیل مصرف بیشتر مواد و انرژی در زندگی صنعتی و همراه با تکنولوژی جوامع پیشرفته میباشد، و همچنین سطح بالاتر آگاهی عمومی در بهداشت است.

## روش تحقیق

برای انجام این پژوهش با موضوع بررسی روشهای مدیریت پسماند شهری بر توسعه پایدار انتخاب شد؛ سپس از پایگاههای اطلاعاتی گوگل اسکالر؛ اسکوپوس؛ سیویلیکا؛ علم نت و... برای جستجوی مقالات با این موضوع در بازه زمانی ۱۴ ساله گذشته استفاده شد. با استفاده از کلید واژه های نظیر توسعه پایدار؛ بازیافت؛ کمپوست؛ مدیریت پسماند شهری؛ تفکیک زباله، تعداد ۵۶ مقاله داخلی (ایران) و خارجی یافت شد. پس از ارزیابی اولیه مقالات ۱۸ مقاله که بیشترین ارتباط را با موضوع پژوهش داشته اند انتخاب شده اند. سپس اطلاعات استخراج شده؛ طبقه بندی و تحلیل شده در نهایت نتایج تحلیل ها به صورت خلاصه و همراه با تغییرات و نوآوری هایی برای رسیدن به توسعه پایدار ارائه شده است؛ بنابراین روش تحقیق مورد استفاده در این پژوهش شامل مطالعه راهبردی اسناد کتابخانه ای بوده به صورت تجزیه و تحلیل محتوای جامع از وب سایت های رسمی از کشورهای منتخب انجام گرفته شده است؛ که شامل سازمان های حفاظ محیط زیست می باشند و این سازمان ها عبارتند از دپارتمان (EPD)<sup>4</sup>، که مسئول زباله های غیر خنثی C&D است؛ مدیریت، بخش مهندسی عمران و توسعه (CEDD)<sup>5</sup>، که مسئول مدیریت زباله های C&D است، و سازمان های توسعه، که مسئول انتشار سیاست های مدیریت زباله C&D است، و از وب سایت های رسمی مدیریت زباله C&D که شامل قسمت های منطقه ای میباشد. که از داده های این سازمان ها در برنامه های راهبردی کشورهای منتخب استفاده شده است.

## یافته ها

### ۱) روشهای نوین مدیریت پسماند

بر اساس تعریف پسماند شهری در برنامه محیط زیست سازمان ملل متحد<sup>6</sup> (UNEP) و سازمان توسعه و همکاری اقتصادی (OECD)<sup>7</sup>: پسماند شهری عبارتند از موادی اجتناب ناپذیر ناشی از فعالیت های انسانی که در حال حاضر یا در آینده نزدیک مالکشان دیگر نیازی به آن ندارند پردازش یا دفع آن ضروری میباشد. و با بیان ساده تر به کلیه موادی (جامد، مایع، گاز) که توسط فعالیت های روزمره انسان تولید شده و برای تولید کنند فاقد استفاده و یا غیر ضروری است پسماندی هستند، که باید دفع شوند (رستگاری و همکارانش، ۱۴۰۲). حال نوآوری در مدیریت پسماند به این معناست که به جای تکرار روشهای قدیمی، راههای جدید و بهتری برای انجام کارها پیدا کنیم. و نوآوری در مدیریت پسماند شهری گامی به سوی آینده ای سالم و سازگارتر میباشد. که این عمل با مدیریت کاهش تولید زباله از طریق

<sup>4</sup>- Environmental Product Declarations

<sup>5</sup>- Civil Engineering and Development Department

<sup>6</sup>- United Nations Environment Programme

<sup>7</sup>- Organization for Economic Cooperation and Development

کاهش مصرف، بازیافت از مبدا و استفاده مجدد از محصولات، قابل اجرا می باشد. این رویکرد بر پیشگیری از تولید زباله در مبدا تمرکز دارد و به جای مدیریت پسماندهای تولید شده، تلاش می کند تا میزان آن ها را به حداقل برساند. روش دیگر مدیریت، کمپوست سازی با استفاده از تکنولوژی های هوشمند می باشد. کمپوست سازی فرآیندی است که در آن مواد آلی مانند زباله های آشپزخانه، باغچه، مواد خوراکی و پسماندهای کشاورزی به کودی غنی از مواد مغذی تبدیل می شوند. این کود می تواند برای بهبود کیفیت خاک و افزایش حاصلخیزی زمین های کشاورزی استفاده شود. مورد بعدی تولید انرژی از زباله می باشد، که با تبدیل پسماند به انرژی یکی دیگر از روش های نوین مدیریت پسماند است. این روش با سوزاندن پسماند در دمای بالا و استفاده از حرارت تولید شده برای تولید برق یا بخار انجام می شود. همچنین، می توان از گازهای تولید شده در این فرآیند برای تولید برق یا سوخت استفاده کرد. گازسازی در این روش، پسماندها در دمای بالا و بدون اکسیژن تجزیه شده و گازهایی مانند متان و هیدروژن تولید می شود، که می توان از این گازها برای تولید برق یا مصارف خانگی استفاده کرد (Lu, et al, 2011 و Wu, et al, 2020). و مورد آخر بازیافت پیشرفته (شیمیایی، بیولوژیکی، انرژی) می باشد، بازیافت پیشرفته به فرآیندهای پیچیده تری اشاره دارد که در آن مواد بازیافتی به مواد اولیه با ارزش افزوده بالا تبدیل می شوند. این فرآیندها شامل روش هایی مانند پیرولیز، پلاسمالیز و بازیافت شیمیایی هستند (dasilva, et al, 2019).

## ۲) مزایای روش های نوین مدیریت پسماند

کاهش حجم زباله تولیدی، صرف جویی در منابع طبیعی، کاهش آلودگی محیط زیست، تولید انرژی پاک، بهتر شدن کیفیت زندگی در جامعه، توسعه چرخه اقتصاد، ایجاد چرخه اقتصاد به معنای آن است، که با کاهش تولید زباله و افزایش بازیافت از مبدا باعث ایجاد یک چرخه ثابت در اقتصاد می گردد و به توسعه پایدار کمک میکند. از مزایای دیگر روش های نوین مدیریت پسماند بر توسعه پایدار میتوان به تولید مواد اولیه؛ ایجاد اشتغال و داشتن توجیه اقتصادی با سودآوری مناسب؛ بهبود شرایط اقتصادی و... اشاره نمود (angelidou, et al, 2017 و batista, et al, 2021).

## ۳) چالش ها و راهکارها

در این مطالعه چالش های اصلی در مدیریت نوین پسماند شهری کمبود آگاهی عمومی است، زیرا بسیاری از افراد از اهمیت تفکیک زباله و روش های نوین مدیریت پسماند آگاهی کافی ندارند (angelidou, et al, 2017). و نبود زیرساخت های مناسب، کمبود مراکز پردازش و بازیافت به روش نوین، هزینه بالا فناوری (اجرای برخی از روش های نوین نیازمند سرمایه گذاری های اولیه می باشد)، مقاومت در برابر تغییر (تغییر عادات و رفتار مردم نیازمند زمان و تلاش با فرهنگ سازی است)، پیچیدگی ترکیب زباله ها، نقص در قوانین و مقررات، با نبود قوانین جامع و اجرایی در زمینه مدیریت پسماند، کمبود نیروی انسانی متخصص در زمینه مدیریت پسماند، نبود زیر ساخت ها و فرهنگ سازی های نادرست در جامعه، از چالش های مدیریت پسماند هستند (akil, et al, 2014). حال در این پژوهش به راهکارهای مقابله با چالش های مدیریت پسماند پرداخته شده است، که شامل افزایش آگاهی عمومی افراد جامعه با برگزاری کارگاه ها، کمپین های آموزشی و

استفاده از رسانه‌ها برای اطلاع‌رسانی به مردم. ترویج فرهنگ بازیافت و تفکیک زباله؛ توسعه انرژی با استفاده از تکنولوژی؛ توسعه اقتصادی با الگوی چرخه؛ حمایت دولت‌ها در مشارکت مردم، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها، ایجاد مراکز پردازش و بازیافت مدرن و توسعه شبکه جمع‌آوری زباله. تدوین قوانین و مقررات جامع برای همه تولیدکنندگان پسماند با تصویب قوانین سخت‌گیرانه برای مدیریت پسماند و تشویق تولیدکنندگان به کاهش تولید زباله. حمایت از صنایع بازیافت، ایجاد کمک‌های مالی برای صنایع بازیافت و توسعه فناوری‌های نوین در این حوزه، همکاری بخش‌های دولتی، خصوصی در جامعه و با ایجاد مشارکت بین بخش‌های مختلف در اجرای موفق برنامه‌ها برای مدیریت بهتر پسماند. (رستگاری و همکاران ۱۴۰۲؛ گنجی و همکاران ۱۳۹۴)

#### ۴) راه حل‌های پیشنهادی برای زباله‌های C&D بهبود مدیریت در کشور ایران و مقایسه با کشورهای پیشرفته جهان

مطالعات و شواهد تجربی در این پژوهش نشان می‌دهد که سیاست‌ها و برنامه‌ها هزینه بررسی روش‌های نوین مدیریت پسماند شهری بر توسعه پایدار جمعیتی در ایران بیشتر بر پویایی رشد جمعیت متمرکز بوده و کمتر به ساختارهای هزینه‌های مدیریت پسماند شهری به نسبت تغییرات و پیامدهای آن توجه شده است. این در حالی است که افزایش سریع هزینه‌های مدیریت پسماند شهری در دو دهه ی اخیر منجر به تغییرات بنیادی در ساختار فرهنگی، اجتماعی در پوشش هزینه‌های پسماند شهری شده است (monowong, et al, 2012). در بستر این تغییرات، فازی از تحولات هزینه پسماند جمعیتی در ایران آغاز شده است که ((پنجره ی مدیریت هزینه‌های جمعیتی)) نامیده می‌شود. که باعث وضعیتی موقت در ساختار جمعیتی ایران است، و برای حدود چهار دهه طول می‌کشد. در این دوران، نسبت هزینه پسماند جمعیت به حداکثر خود می‌رسد، و نسبت‌های وابستگی هزینه‌های مدیریت پسماند جمعیت کاهش می‌یابد و در نتیجه فرصت طلایی و منحصر به فردی برای توسعه ی اقتصاد جمعیتی و شهری فراهم می‌شود. البته این وضعیت به صورت اتوماتیک و خودبه خود عمل نمی‌کند، و بهره برداری از آن نیازمند بسترهای اقتصادی، اجتماعی، سیاستی و نهادی مناسب در کشور ایران است؛ در حال حاضر در کشور ایران از روش SWAT<sup>۸</sup> (نقاط قوت، نقاط ضعف، فرصت‌ها و تهدیدها) مورد استفاده است، این یک ابزار قدرتمند برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، ارزیابی و تصمیم‌گیری در پروژه‌ها و ایده‌ها می‌باشد، که با استفاده از این چهار مولفه علاوه بر ارزیابی عملکرد فعلی سازمان، می‌توان به طور هوشمندانه بهترین بهره را از فرصت‌های پیش رو برد، تا تاثیر ضعف‌ها را به حداقل رسانده و از خود در برابر تهدیدات مراقبت نماید. بنابراین شرکت‌ها برای دستیابی به اهداف مالی و عملیاتی تعیین شده و همچنین ایجاد استراتژی‌هایی جهت تحقق این اهداف، تجزیه و تحلیل SWOT را به عنوان بخشی مهم در روند کلی برنامه‌ریزی سازمانی‌شان در نظر می‌گیرند (نظامی و همکاران ۱۳۹۴).

<sup>۸</sup>- Strengths Weaknesses Opportunities and Threats



در این پژوهش به صورت خلاصه لیستی از کشورهای منتخب در مدیریت پسماند شهری را با کشور ایران مقایسه شده؛ که در (جدول ۱ و جدول ۲) آمده است.

جدول شماره ۱: مقایسه مدیریت زباله C&D شناسایی شده در ایران و کشورهای انتخاب شده (dasilva, et و wu, et al, 2020)  
(al, 2019)

ایران	استرالیا	کره جنوبی	سنگاپور	ژاپن	هلند	سوئد	یونایتد	تجربه موفق
	✓	✓		✓			✓	مقررات خاص برای زباله های C&D
✓			✓				✓	توصیه کاهش منبع
✓						✓	✓	توصیه ساختار شکنی
✓			✓	✓	✓	✓	✓	پیشنهاد تفکیک زباله
✓	✓						✓	کتابچه راهنمای تصویری و موارد عملی
	✓		✓	✓	✓		✓	بازار تجارت زباله C&D بالغ
			✓		✓	✓		هزینه های بالای دفع زباله C&D در محل های دفن زباله
			✓			✓		ممنوعیت دفن زباله های قابل احتراق کسری
		✓	✓	✓		✓		فناوریهای پیشرفته بالغ- برای C&D بازیافت زباله
		✓			✓			کیفیت کنترل شده زباله های C&D بازیافتی
✓			✓		✓			تحریک از رتبه بندی ساختمان سبز سیستم
		✓						سیستم مدیریت اطلاعات زباله مبادله



جدول شماره ۲: تجارب موفق کشورهای مورد مطالعه بر دفع زباله های C&D از لحاظ مسائل اقتصادی ، اجتماعی و سیاسی (monowong, et al, 2012 و wu, et al, 2020 و dong, et al, 2021)

کشورها	تجربه موفق شناسایی شده است از کشورهای منتخب در روش انتخاب شده در این پژوهش
ایالات یونایتد	دستورالعمل رسمی ملی برای زباله های C&D مدیریت؛ مقررات زباله C&D در ایالت های مختلف؛ اجرای کاهش منبع؛ اجرای ساختار شکنی؛ راهنمای مصور و موارد عملی؛ بازار تجارت زباله C&D بالغ.
سوئد	اجرای مصوبه دفن زباله هزینه های بالای دفع زباله های C&D در محل های دفن زباله. ممنوعیت دفن زباله های قابل احتراق؛ فن آوری های پیشرفته برای سوزاندن زباله های C&D. اجرای ممیزی قبل از تخریب
هلند	اجرای قانون حفاظت از محیط زیست؛ هزینه های بالای دفع زباله های C&D در محل های دفن زباله. بازارهای استفاده مجدد/بازیافت زباله C&D بالغ؛ کیفیت بهبود یافته و کنترل شده بهتر زباله های C&D تحریک از سیستم رتبه بندی ساختمان سبز.
ژاپن	اجرای بازیافت مصالح ساختمانی قانون؛ فن آوری های بازیافت زباله C&D بالغ و امکانات؛ لیست شرکت های بازیافت
سنگاپور	نظارت دقیق بر تخلیه غیرقانونی؛ اجرای سیستم جمع آوری زباله عمومی. هزینه های بالای دفع زباله؛ تفکیک کارآمد زباله؛ اجرای طرح های مارک سبز فن آوری های بازیافت زباله C&D بالغ و امکانات؛ لیست شرکت های بازیافت
کره جنوب	اجرای بازیافت زباله های ساختمانی قانون ارتقاء؛ استفاده اجباری از سنگدانه های بازیافتی؛ سیستم گواهی کیفیت برای سنگدانه های بازیافتی؛ سیستم مدیریت اطلاعات برای تبادل زباله
استرالیا	مقررات زباله C&D در ایالت های مختلف؛ درک جامع ضایعات C&D وضعیت مدیریت هر ایالت؛ بازار بالغ برای محصولات سنگ تراشی بازیافتی؛ معرفی مدیریت موفق پسماند C&D موارد



با توجه به جدول (۱ و ۲) در کشورهای منتخب، نقش تعیین کننده ای در به حداقل رساندن زباله های C&D ایفا می کنند، در دو کشور ایالات متحده و استرالیا، اگرچه هیچ قانون ملی برای مدیریت زباله های C&D وجود ندارد، مقررات مربوطه ای وجود دارد که بر اساس آن ابلاغ می شود، و براساس وضعیت توسعه جغرافیایی و اقتصادی در سطح ایالت نام برده به صورت الزامات اجباری در مقررات می تواند نقش بسزایی داشته باشد (wu, et al, 2020). و باعث میشود ذینفعان حاکم به طور اجباری اقدامات مؤثری را اتخاذ کنند. برای مدیریت بهتر زباله های C&D به عنوان مثال، در کره جنوبی، به این صورت میباشد که استفاده از زباله های بازیافتی برای ساخت و ساز الزامی است، و در حقیقت می توان اینگونه بیان کرد که جاده ها، مجتمع های صنعتی و زیرساخت های زیست محیطی در این میان هستند که این مقررات نیز می تواند به طور غیرمستقیم به ذینفعان انگیزه دهد و آنها را به صورت دستورالعمل ملی و سازمانی به اجرا در آورند؛ حال برای انجام مدیریت بهتر زباله های C&D از نظر اقتصادی با چشم انداز های بلند مدت می توان راهکار های مفیدی را اجرا نمود، به عنوان مثال، هزینه شارژ بالا برای دفن زباله های مخلوط C&D می تواند وضع شود، در نتیجه پیمانکاران تشویق به تفکیک زباله در مبدا می شوند (dong, et al, 2021 و batista, et al, 2021). البته در کشور ایران، نیز از طریق یک روش خوب که در کشورهای منتخب وجود دارد استفاده میشود این روش یک وب سایت است. و استفاده از آن به ویژه برای مدیریت زباله ها و استراتژی هایی برای مدیریت بهتر زباله های C&D معرفی و توصیه شده اند. سهامداران مدیریت در این وب سایت با این حال، در تلاش هستند بتوانند زباله های ذکر شده را به حداقل برسانند. البته این وب سایت ها فقط پیشنهادهای هستند و از اجباری بودن دستورالعمل انجام گرفته شده است. علاوه بر این، دقت در آخرین به روز رسانی های پیشنهاد شده است (نظامی و همکاران ۱۳۹۴).

### بحث و نتیجه گیری

برای رسیدن به برنامه ریزی مناسبی برای سیستمهای مدیریت پسماند شهری داشتن دید یکپارچه و همه جانبه از جریان پسماند، روش های جمع آوری و دفع پسماند و در نظر گرفتن تمامی عوامل مؤثر بر آن لازم و ضروری است. قبل از طرح برنامه ای برای مدیریت پسماند در یک ناحیه مطالعه مواردی مانند وضعیت فرهنگی، اجتماعی، اقلیمی، توان اقتصادی و سطح توسعه منطقه میتواند در شناخت ترکیب غالب پسماند آن محل مؤثر باشد. ترکیب پسماند را میتوان مهمترین عامل انتخاب روش مناسب مدیریت پسماند دانست و در واقع شناسایی مواد تشکیل دهنده ترکیبات پسماندها به طور پیوسته و در طی زمان سمت و سوی برنامه ها و طرح های مدیریت توسعه پسماند را تعیین و هدایت مینماید. بررسی تجربیات موفق مدیریت پسماند در کشورهای منتخب این پژوهش با توجه به تشابه عوامل مؤثر ذکر شده، زمینه های متفاوتی را برای اقدامات مناسب در جهت بهبود وضعیت مدیریت پسماند در کشور ایران روشن میسازد. این اقدامات را میتوان به اختصار در قالب موارد زیر بیان کرد:

(۱) افزایش جلب مشارکت بخش خصوصی که میتوان با ارائه تسهیلاتی به فعالان بخش خصوصی این ترغیب را ایجاد نمود تا با سرمایه گذاری در فعالیت های مربوط به مدیریت پسماند اقدام کنند. چرا که این عمل علاوه بر کمک به خدمات مدیریت شهری و کم کردن فعالیتهای دولتی هم بار هزینه ها و مسئولیتهای و سازمانهای دولتی را کاهش دهند و هم برای آنان منفعت اقتصادی داشته باشد. برای این منظور لازم است تا با ترکیب و تجمیع فرآیندهای درآمدزا و غیردرآمدی مدیریت پسماند شهری در قالب پروژه های قابل واگذاری به پیمانکاران شرایط تأمین مالی این طرح ها فراهم شود و حمایت از طرح های نوآورانه در صنایع بازیافت به عمل آورند.

(۲) کمینه سازی تولید پسماند روشی است که امروزه در تمام سطح جهان گسترش یافته و با توجه به تأمین دیدگاههای توسعه پایدار در سیستم مدیریت پسماند شهری مناسب ترین روش برای کنترل و مدیریت زباله ها محسوب میشود. با آگاه سازی جامعه برای تغییر در الگوی مصرف برای مثال استفاده از ظروف تجدیدپذیر به عنوان جایگزین مناسبی برای ظروف پلاستیکی و یکبار مصرف که اثرات مخربی بر محیط زیست دارد، استفاده از محصولات با عمر طولانی، خرید محصولاتی با بسته بندی کمتر و... میباشد، که دولتها میتوانند با اجرای محدودیت هایی مانند مالیات بیشتر در صنایع و کارخانه جات برای استفاده از مواد اولیه تجدید ناپذیر در بسته بندی ها اجرا کنند و مواد تجدید پذیر را با قیمت مناسب تر و مالیات کمتر با همان کارایی جایگزین آن کنند. برای پیاده سازی این فرآیند نیاز به آموزش و فرهنگ سازی در سطح جامعه وجود دارد که آموزش و پرورش، صدا و سیما و دانشگاه ها با تربیت افراد متخصص میتوانند مهمترین نقش را در این زمینه ایفا کنند.

(۳) با توجه به درصد غالب مواد آلی (بیش از ۴۳ درصد) در ترکیبات پسماند در کشور ایران استفاده از روشهای تولید کمپوست روش مناسب و اقتصادی برای دفع پسماند آلی شهری به نظر می رسد. در حقیقت مواد آلی موجود در ترکیبات این پسماند ها میتوان علاوه بر تولید کمپوست در تولید بیوگاز نظیر گاز متان برای مصارف صنعتی و خانگی استفاده نمود و همچنین میتوان از این مواد تولید انرژی را به عمل آورد برای مثال سوزاندن در نیروگاه های زیست توده برای تولید حرارت و برق و... در نتیجه با فعال کردن بخش خصوصی در این قسمت با احداث کارخانه های تولید کمپوست و جمع آوری با تفکیک مواد آلی علاوه بر بهبود وضعیت مدیریت پسماند در ایجاد اشتغال نیز می توان گام مثبتی برداشت.

(۴) بازیافت مواد و بازگشت به مواد اولیه با ایجاد یک چرخه مناسب و کاربردی میتوان به آینده ای پایدار تر کمک کنیم. البته که بازیافت در کنار تفکیک قابلیت اجرایی بیشتری دارد که در نتیجه تفکیک زباله از مبدا کمک شایانی به عمل بازیافت دارد و باعث حفظ منابع اولیه و منابع طبیعی میشود. در مواردی هم میتوان از زباله سوزی C&D استفاده نمود البته باید دقت داشت که سوزاندن با توجه به آلودگی ها روش ایمنی نمیباشد اما در مواردی که روش های دیگر توجیه اقتصادی ندارد مناسب است.



موارد ذکر شده روشهایی هستند که برای مدیریت پسماند در کشور ایران قابل اجرا می باشد. یافته های این پژوهش نشان می دهد که اجرایی روش های نوین مدیریت پسماند نقش مهمی در کنترل آلودگی های محیط زیست ( خاک؛ آب؛ هوا) ، بهداشت عمومی ، بهداشت محیط و حفظ منابع طبیعی دارد.



## References:

1. راستگار, et al., ارزیابی مدل های رویکرد مشارکت عمومی مردمی در مدیریت پسماند های شهری از دیدگاه برنامه ریزی شهری (مطالعه موردی؛ شهر اردبیل). مطالعات علوم محیط زیست, ۲۰۲۴. ۹. 8160-8176. (1)
2. گنجی, et al., بررسی و اولویت بندی روش های آموزشی محیط زیست در تفکیک و جمع آوری مدیریت پسماند. علوم و تکنولوژی محیط زیست, ۲۰۱۷. ۱۹ (ویژه نامه شماره ۴). 485-494. p.
3. نظامی, ن. ش. رضا, مدیریت یکپارچه پسماند شهری با رویکرد توسعه پایدار (بررسی مقایسه ای ۶ شهر جهان). ۱۳۹۴.
4. Tsai, F.M., et al., *A causal municipal solid waste management model for sustainable cities in Vietnam under uncertainty: A comparison*. Resources, Conservation and Recycling, 2020. 154: p. 104599.
5. Bui, T.D., et al., *Identifying sustainable solid waste management barriers in practice using the fuzzy Delphi method*. Resources, conservation and recycling, 2020. 154: p. 104625.
6. Angelidou, M. and A. Psaltoglou, *An empirical investigation of social innovation initiatives for sustainable urban development*. Sustainable cities and society, 2017. 33: p. 113-125.
7. Batista, M., et al., *A framework for sustainable and integrated municipal solid waste management: Barriers and critical factors to developing countries*. Journal of Cleaner Production, 2021. 312: p. 127516.
8. da Silva, L., P.D.M. Prietto, and E.P. Korf, *Sustainability indicators for urban solid waste management in large and medium-sized worldwide cities*. Journal of Cleaner Production, 2019. 237: p. 117802.
9. Dong, L., Z. Liu, and Y. Bian, *Match circular economy and urban sustainability: Re-investigating circular economy under sustainable development goals (SDGs)*. Circular Economy and Sustainability, 2021. 1: p. 243-256.
10. Edalatpour, M., et al., *Investigation on a novel sustainable model for waste management in megacities: A case study in tehran municipality*. Sustainable cities and society, 2018. 36: p. 286-301.
11. Guirguis, M.N. and R.R. Moussa. *Investigation on utilizing garbage as a resource for a sustainable neighbourhood: Case study of a neighbourhood in New Cairo, Egypt*. in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019. IOP Publishing.
12. Ampofo, S., E. Kumi, and B. Ampadu, *Investigating solid waste management in the Bolgatanga municipality of the Upper East region, Ghana*. Environment and Pollution, 2015. 4(3): p. 20-25.
13. Lu, W. and H. Yuan, *A framework for understanding waste management studies in construction*. Waste management, 2011. 31(6): p. 1252-1260.
14. Manowong, E., *Investigating factors influencing construction waste management efforts in developing countries: An experience from Thailand*. Waste Management & Research, 2012. 30(1): p. 56-71.
15. Wang, Y., et al., *Investigating impact of waste reuse on the sustainability of municipal solid waste (MSW) incineration industry using emergy approach: A case study from Sichuan province, China*. Waste Management, 2018. 77: p. 252-267.
16. Wu, Z., A.T. Yu, and C.S. Poon, *Promoting effective construction and demolition waste management towards sustainable development: A case study of Hong Kong*. Sustainable Development, 2020. 28(6): p. 1713-1724.
17. Azevedo, B.D., L.F. Scavarda, and R.G.G. Caiado, *Urban solid waste management in developing countries from the sustainable supply chain management perspective: A case study of Brazil's largest slum*. Journal of cleaner production, 2019. 233: p. 1377-1386.
18. Akil, A. and C. Ho. *Towards sustainable solid waste management: Investigating household participation in solid waste management*. in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2014. IOP Publishing.

## Investigating new urban waste management methods on sustainable development

**Nafiseh Nourieh:** Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Islamic Azad University, Tehran, Iran

**Ali Mohammadian\*:** responsible author; Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Islamic Azad University, Tehran, Iran

### abstract

**Background and purpose:** The global crisis of waste production, especially in urban areas, has become one of the main challenges of this century. Population growth, industrialization and lifestyle changes have all affected the increase in the amount of waste produced and, as a result, the aggravation of environmental and social problems. In this regard, finding new and sustainable solutions for urban waste management is essential and inevitable. In this study, it has been done with the aim of investigating new methods of urban waste management on sustainable development.

**Materials and methods:** To conduct this research, an authentic database was used to search for articles on the above topic in the last 14 years. The current research with a descriptive-analytical approach and a strategic goal in urban waste management is on sustainable development by comparing the strengths and weaknesses of different countries with Iran, similar to the Netherlands, the United States of America, Sweden, Japan, Singapore, South Korea, and Australia.

**Findings:** According to the available statistics, in 1402 in Iran, more than 60 thousand tons of waste are produced in cities every day, and more than 43% of it is organic materials, and the annual cost of waste collection in 1402 is about 25 thousand billion has been Considering this issue, it is possible to increase the participation of the private sector, minimize waste generation with education and culture at the community level, use new methods of compost production, material recycling and waste incineration, which can realize benefits by identifying and correcting issues. Inherent in it is applicable to achieve sustainable development.

**Conclusion:** In this study, by analyzing the statistics, the most important internal and external factors of organizations for waste disposal are summarized. In Iran, using the SWOT analysis method through the identification of strengths, weaknesses, opportunities and threats, by formulating strategies after Identifying the factors influencing waste management, it can be concluded that clarifying public opinion through media advertisements and community awareness about pollution caused by waste and how to manage them is the most important known factor. And finally, in this research, according to selected countries, methods to improve the state of waste management for Iran have been proposed and stated.

**Key words:** municipal waste, recycling, sustainable development, sanitary waste disposal, compo